

Agrofunkciju pielietošana lauksaimniecības risku pārvaldei **Agrofunctions Applying for Agricultural Risk Management**

Jurijs Merkurjevs, Vladimirs Bardačenko

Rīgas Tehniskā universitāte, Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte,
e-pasts: merkur@itl.rtu.lv; vladimir.bard@btv.lv
Riga Technical University, Faculty of Computer Science and Information Technology,
e-mail: merkur@itl.rtu.lv; vladimir.bard@btv.lv

Irina Arhipova, Ilva Rudusa

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Informācijas tehnoloģiju fakultāte,
e-pasts: irina@cs.llu.lv; s518070@cs.llu.lv
Latvia University of Agriculture, Faculty of Information technologies,
e-mail: irina@cs.llu.lv; s518070@cs.llu.lv

Abstract. In the article the research results about agrofunctions applying for agricultural risk management are included. The grounds for application of agrofunction methodology for agricultural risk management are given. The example of the prototype exercise is inspected and the advantages and weaknesses of agrofunction methodology are evaluated. The research suggests that agrofunctions methodology is one of the instruments of risk management, which allows for simulations and estimation of the amount of the prospective yield in agricultural enterprise. It is found that agrofunction values for certain agricultural operations are directly dependent on farmer's experience.

Key words: agrofunction, risk management, yield.

Ievads

Pēc formālas un apzinātas riska vadības procesa pielietošanas nākotnē pieņemamie lēmumi var atšķirties vai neatšķirties no tiem, kas pieņemti iepriekš, tomēr šī procesa realizācija palīdzēs precīzāk un konsekventāk noteikt prioritātes un pieņemt lēmumus resursu izmantošanā. Riska vadības sarežģītība un augošais sabiedrības pieprasījums pēc informācijas nosaka, ka lēmumiem riska vadības sakarā jābūt atklātiem un saprotamiem attiecībā uz: riska vadības procesa posmiem; lēmumu pamatojumu (ieskaitot procesa nenoteiktību, pieņēmumus un to ietekmi); un procesā iesaistīto pušu lomu, pienākumiem un atbildību par tiem, kas piedalās šajā procesā, ieskaitot sabiedrību (Kaktiņš, Arhipova, 2002).

Lauksaimnieciskā darbība pakļauta dažādiem riskiem, kas ietekmē uzņēmuma darbību. Lai uzņēmuma darbība būtu stabila, visos tā posmos nepieciešams precīzi prognozēt produkcijas apjomus un sagaidāmos riskus, atrodot efektīvas metodes to novērtēšanai. Tas arī noteica darba mērķa izvēli. **Darba mērķis:** pamatot agrofunkcijas metodoloģijas pielietošanu lauksaimniecības risku pārvaldei. Mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi uzdevumi:

- iepazīties ar agrofunkcijas sastādīšanas metodoloģiju;
- apskatīt prototipa uzdevuma piemēru;
- novērtēt agrofunkcijas metodoloģijas priekšrocības un trūkumus.

Par darba hipotēzi izvirzīta šāda salikta hipotēze:

- esošā zemes gabalā laika momenta t_1 no iespējamo operāciju saraksta izvēlās tikai tās operācijas, kuras būtiski ietekmē ražu laikā momentā $t_2 > t_1$;
- būtiskās operācijas var aprakstīt ar pietiekoši parastu funkciju.

Lai pārbaudītu izvirzīto hipotēzi, tika izmantotas matemātiskās modelēšanas un aproksimācijas metodes.

Materiāli un metodes

Kā risku pārvaldes instrumentu situācijas modelēšanai lauksaimniecības uzņēmumā autori piedāvā izmantot agrofunkciju. Agrofunkcija būtībā ir nākotnes saikne ar pagātni un tagadni ar noteikumu, ka viss notiek precīzi un cikliski, pamatojoties uz vairāku gadu statistiskiem datiem par laika apstākļiem un iegūtās ražas apjomiem. Laika apstākļu ietekme kā agrofunkcijas parametrs rakstā netiks apskatīta, bet tiks ņemta vērā turpmākajos pētījumos.

Rakstā apskatīsim agrofunkciju un paskaidrosim, kā tiek modelēta tās ietekme uz nākamo ražu. Agrofunkcijām ir iespējami dažādu veida grafiki. Dotajā gadījumā, pamatojoties uz ilggadējiem vidēji stabilas ražas datiem, un, lai vienkāršotu aprēķinu rezultātu skaidrojumu funkcijai, ir pieņemta trapeces forma.

Katrai lauksaimnieciskai darbībai svarīgi noteikt pareizu tās norises laiku, piemēram, sēt pārāk agri nav izdevīgi. Augsnes zemās temperatūras dēļ pavājināsies dīgtspēja un raža būs zema. No otras puses, sēt pārāk

vēlu arī nav izdevīgi, jo veģetācijas periods var izrādīties par īsu. Pastāv arī tāds laika intervāls, kad sēja dod vislabāko rezultātu ar noteikumu, ka pārējie nosacījumi paliek nemainīgi. No iepriekš teiktā varam secināt, ka agrofunkcijas raksturu nosaka četri laika momenti:

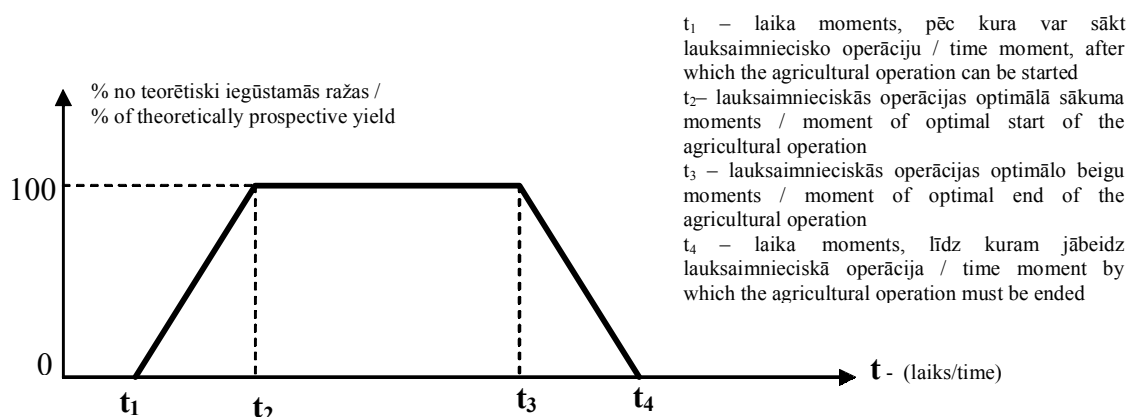
- t_1 – laika moments, pēc kura varam sākt veikt lauksaimniecisko operāciju (kad iespējams sākt iegūt ražu);
- t_2 – laika moments, kurā uzsākta lauksaimnieciskā operācija var dot maksimālo ražu;
- t_3 – laika moments, pēc kura veicot lauksaimniecisko operāciju raža samazināsies;
- t_4 – laika moments, pēc kura veikta lauksaimnieciskā operācija nedos ražu (operācijas veikšanai nav nozīmes).

Rezultātā iegūstam agrofunkcijas trapecveida aproksimāciju (skatīt 1. attēlu).

Laika momentus t_1 , t_2 , t_3 , t_4 lauksaimnieks nosaka, balstoties uz ilggadējiem novērojumiem, un laukums, kuru ierobežo agrofunkcija, parāda sagaidāmo ražu procentos no teorētiski iespējamās. Ja lauksaimnieciskā operācija pilnībā tiek veikta optimālajā termiņā, tas ir, no laika momenta t_2 līdz laika momentam t_3 , tad agrofunkcijas grafiks veido taisnstūra formu, kas tuvojas simts procentiem no teorētiski iespējamās ražas. Tātad noteiktā laika momentā veiktas lauksaimnieciskās

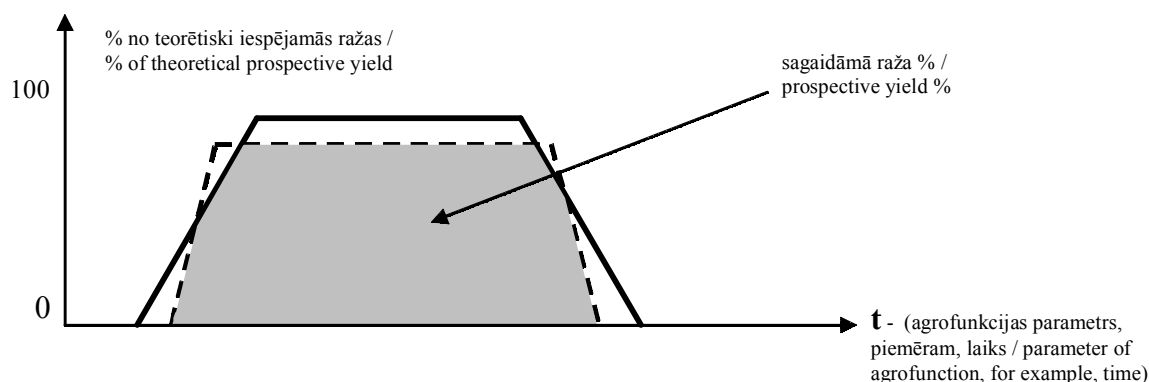
operācijas (darbības) agrofunkcija raksturo sagaidāmās ražas lielumu, ko iegūs lauksaimnieks, apstrādājot savu zemes gabalu (nevis kādu abstraktu zemes gabalu) un veicot lauksaimniecisko operāciju noteiktai lauksaimnieciskai kultūrai. Tā ir sagaidāmā raža, kuru iegūs lauksaimnieks no zemes gabala, kas tiek apstrādāts dotajā dienā. Galīgās agrofunkcijas iegūšanai attiecināsim šo vērtību pret vidējo ražu, kas iegūta no šī zemes gabala vairākus gadus. Piemēram, lauksaimnieks var pateikt, ka viņš sāks sēju dienā “D” un turpinās trīs dienas, cerot iegūt ražu, kas būs par 20% lielāka nekā parasti. Tādējādi agrofunkcijas trapeces augšējā daļa būs ne īsāka par trim dienām un sāksies dienā “D”. Daži vienkārši jautājumi, tādi kā, “kas notiks, ja sēju sāks dienā “D+1” vai palielinās sējas ilgumu par divām dienām”, ļaus noteikt pārējos laika momentus, kas nosaka agrofunkcijas vērtības (Edwards, 1996).

Ir saprotams, ka gala rezultātā sagaidāmās ražas lielumu ietekmē vairākas lauksaimnieciskās operācijas, no kurām dažas var tikt veiktas optimālajos apstākļos, bet dažas ne. Ja šo operāciju agrofunkcijas savietotu vienā diagrammā, tad sagaidāmo ražu atspoguļos tā trapeces laukuma daļa, kas kopīga visām trapecēm (skatīt 2. attēlu).



1. att. Agrofunkcijas trapecveida aproksimācija

Fig.1 A– line approximation of agrofunction



2. att. Dažādu agrofunkciju ietekme uz sagaidāmo ražu.

Fig. 2. Influence of different agrofunctions on prospective yield.

Protams, atkarībā no lauksaimnieciskās operācijas rakstura, punkti t_1 , t_2 , t_3 un t_4 var nebūt laika momenti, bet temperatūras, augsnes mitruma u. c. vērtības. Veidojot agrofunkcijas, autori balstās uz dažiem, pēc autoru domām, racionāliem, pieņēmumiem (Merkuryev, 1997).

Pirmais pieņēmums. Ja laika brīdī t_i tiek izpildīta kāda lauksaimnieciska operācija, tad tā būtiski mainīs sagaidāmo ražu laika brīdī t_j (skatīt 3. attēlu).

Lielākā daļā lauksaimniecisko operāciju tiek veiktas ar mērķi palielināt sagaidāmās ražas apjomu, tomēr, ja tās netiek veiktas pareizā laika momentā (par agru vai par vēlu), tad tās var nepalielināt ražu vai pat to samazināt, tāpēc pieņēmumā teikts, ka lauksaimnieciskā operācija “mainīs”, nevis “palielinās” sagaidāmo ražu. Protams, ir arī tādās lauksaimnieciskās operācijas, kuru mērķis ir vismaz saglabāt to esošajā stāvoklī, piemēram, miglošana, retināšana, novākšana u.c. Pagaidām atbildība par veiktās lauksaimnieciskās operācijas efektivitāti tiek atstāta lauksaimnieka ziņā. Nākamajā

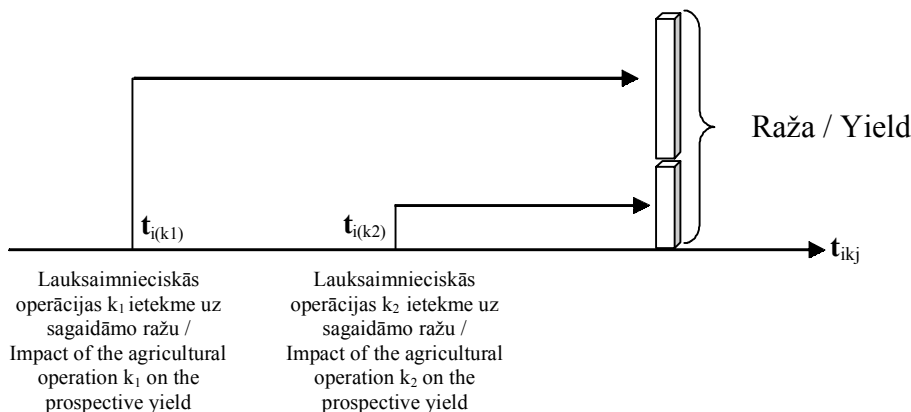
agrofunkcijas izstrādes solī iespējamā izvēles kļūda tiks ievērtēta kā riska faktors.

Otrais pieņēmums. Ir iespējams noteikt dažādos laika brīžos izpildītās lauksaimnieciskās operācijas efektu uz sagaidāmo ražu (skatīt 4. attēlu).

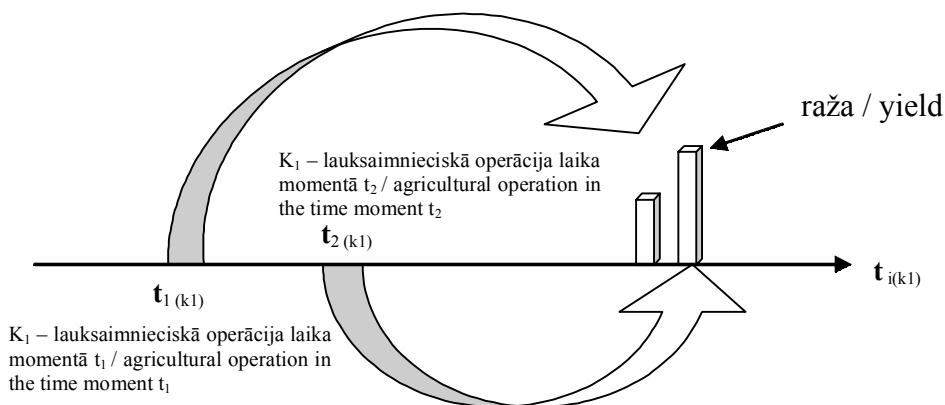
Pēc būtības šis pieņēmums fiksē lauksaimnieka pieredzi (zināšanas) par to, cik efektīvi var veikt k -to lauksaimniecības operāciju dažādos laika brīžos t_{ikj} . Tas ir, lauksaimnieks uz jautājumu “kāda būs raža, ja lauksaimnieciskā operācija tiks veikta laika momentā t_j ” spēj atbildēt “apmēram 70–80% no optimālās”. Laika momentā t_{ikj} izpildītās lauksaimnieciskās operācijas efektivitātes skaitlisko vērtību paredzēts noteikt ar speciālu aptaujas anketu palīdzību.

Trešais pieņēmums. Pastāv (un ir nosakāma) agrofunkcijas parametru atkarība no prognozējamām ārējās vides parametriem.

Tas principā ļaus prognozēt ražas riskus, ko rada laika prognožu nenoteiktība (kļūdas iespēja). Protams, pieņēmumi nepretendē uz matemātisku precizitāti, bet



3. att. Dažādu agrofunkciju ietekme uz sagaidāmo ražu.
Fig. 3. Influence of different agrofuctions on prospective yield.



4. att. Dažādos laika momentos veiktas lauksaimnieciskās operācijas ietekme uz sagaidāmo ražu.
Fig. 4. Influence of agricultural operation, carried out in different time moments, on prospective yield.

ir pietiekami saprātīgs pamats, lai izveidotu racionālu metodiku lauksaimniecības risku novērtēšanai.

Rezultāti

Izmantojot autoru izstrādātu datorprogrammu, kas balstīta uz agrofunkcijas metodoloģiju, tika realizēts reālais testa piemērs. Apskatīsim piedāvātā modeļa darbības praktisku piemēru, ietverot divas lauksaimnieciskās operācijas – sēju un novākšanu. Pieņemsim, ka lauksaimnieks vēlas audzēt kultūru X 36 laukuma vienību (turpmāk tekstā l.v.) platībā. Viņam ir traktors un sējmašīna, ar kuru var apstrādāt 3 l.v. dienā, un kombains, ar kuru var novākt 4 l.v. dienā.

Pamatojoties uz ekspertu vērtējumu vai lauksaimnieka personīgo pieredzi, ir zināms, ka kultūras X sēju var sākt pēc noteikta laika perioda 3. dienas ($t_1 = 3$), optimālais termiņš ir no 15. līdz 17. dienai ($t_2 = 15$; $t_3 = 17$), bet sēju ieteicams beigt ne vēlāk kā pirms laika perioda 22. dienas ($t_4 = 22$). Agrofunkcijas maksimālā vērtība $F_{\max} = 0.95$ jeb 95%. Attiecīgi novākšanai $t_1 = 5$; $t_2 = 9$; $t_3 = 16$ un $t_4 = 19$, $F_{\max} = 0.93$ jeb 93%. Balstoties uz šiem parametriem, tiek aprēķinātas abu agrofunkciju vērtības katram laika momentam t (skatīt 5. attēlu).

Tālāk lauksaimnieks var plānot savu stratēģiju, norādot tehnikas vienību skaitu, un atkarībā no dienas izstrādes aprēķināt lauksaimnieciskās operācijas ilgumu un noteikt sākuma momentu. Ideālā gadījumā lauksaimnieks vēlētos lauksaimniecisko operāciju veikt optimālajos termiņos, bet dažādu faktoru (tehniskais nodrošinājums; darbaspēks u.c.) dēļ ne vienmēr būs iespējams visu sēju veikt optimālajā termiņā, tādēļ reāli agrofunkcijas aproksimācija dos trapeceveida formu (Pecherska, Merkuryev, 2001).

Lauksaimnieks norāda tehnikas izmaksas vienai dienai (katrai lauksaimnieciskai operācijai attiecīgi 115,53 un 110,60 naudas vienības (turpmāk tekstā n.v.)), tehnikas vienību skaitu (1 un 1), izstrādi dienā (3 un 4 l.v.) un aprēķina lauksaimnieciskās operācijas ilgumu dienās (12 un 9), kā arī nosaka lauksaimnieciskās operācijas sākumu (9. un 8. diena). Izmantojot kultūrai X prognozētās iepirkuma cenas, aprēķina sagaidāmos

ieņēmumus no teorētiski iespējamās ražas – 11059,20 n.v. (Бардаченко и др., 2002).

Izmantojot norādītās vērtības un iepriekš aprēķinātas agrofunkcijas vērtības, modelis aprēķina sagaidāmo ražu procentos no teorētiski iespējamās (77.71%) un prognozējamo peļņu (5548,91 n.v.) atbilstoši lauksaimnieka izvēlētajai stratēģijai. Grafiskajā attēlā (6. att.) redzams sagaidāmās ražas lielums kā abu agrofunkciju grafiku laukumu šķēlums.

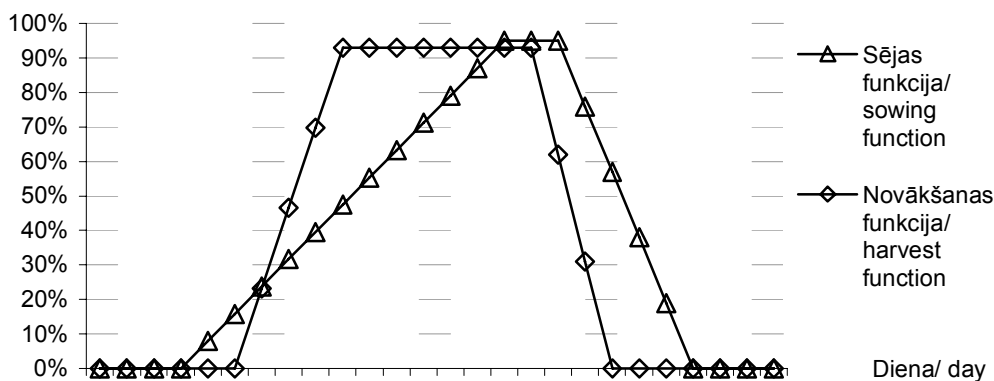
Ja lauksaimnieku šāds rezultāts neapmierina, tad viņam jāizvēlas cita operatīva plānošana. Kā viens no iespējamiem variantiem ir papildus tehnikas vienību piesaistīšana, kas ļaus samazināt darba dienu skaitu pirms un pēc optimālā sējas un/vai novākšanas perioda. Tā kā grafiskajā attēlā redzams, ka tālāk no taisnstūrveida formas ir sējas funkcija, tad loģisks būtu pieņēmums, ka nepieciešams samazināt sējas termiņus, piesaistot vēl vienu tehnikas vienību (Цеддиес и др., 2000). Līdz ar to sējas agrofunkcijas ilgums dienās samazinās no 12 uz 6 un sējas sākums būs, piemēram, 12. nevis 9. dienā (skatīt 7. attēlu).

7. attēlā redzams, ka, izmainot dotos parametrus, sagaidāmā raža palielinās par 4.05%. Peļņas pieaugums, piesaistot papildu tehnikas vienības, ir 1111,19 n.v. Lauksaimnieks var novērtēt, vai peļņas pieauguma dēļ ir vērts piesaistīt papildu tehniku vai jāmeklē cits risinājums, piemēram, jāpalielina dienas izstrāde. Apskatītajam modelim ir šādi trūkumi:

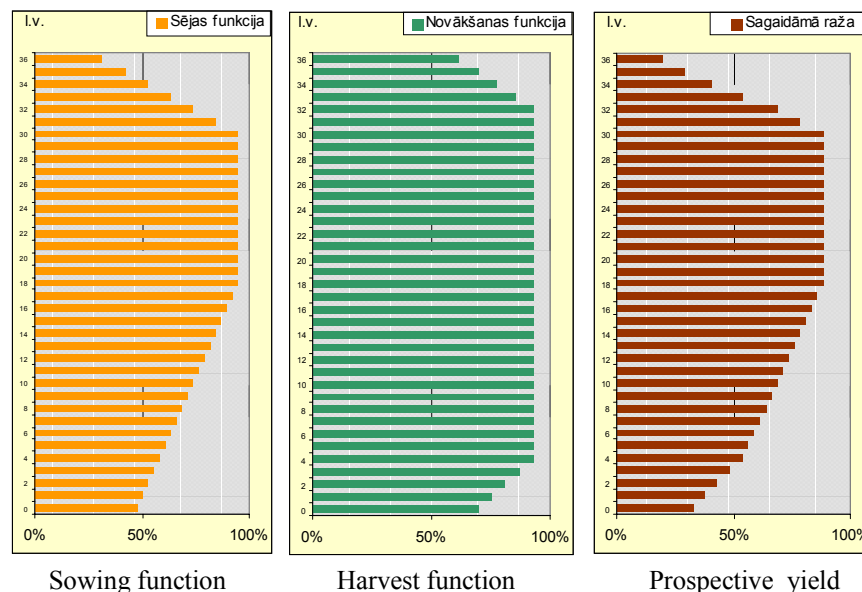
- visā lauksaimnieciskās operācijas veikšanas laikā darbojas vienāds tehnikas vienību skaits; nav iespējams piesaistīt papildu tehnikas vienības, piemēram, trijās no piecām sējas dienām;

- nav paredzēts darbs ar mainīgu darba intensitāti jeb atšķirīgu izstrādi dienā, piemēram, dažāds darba stundu skaits dienā.

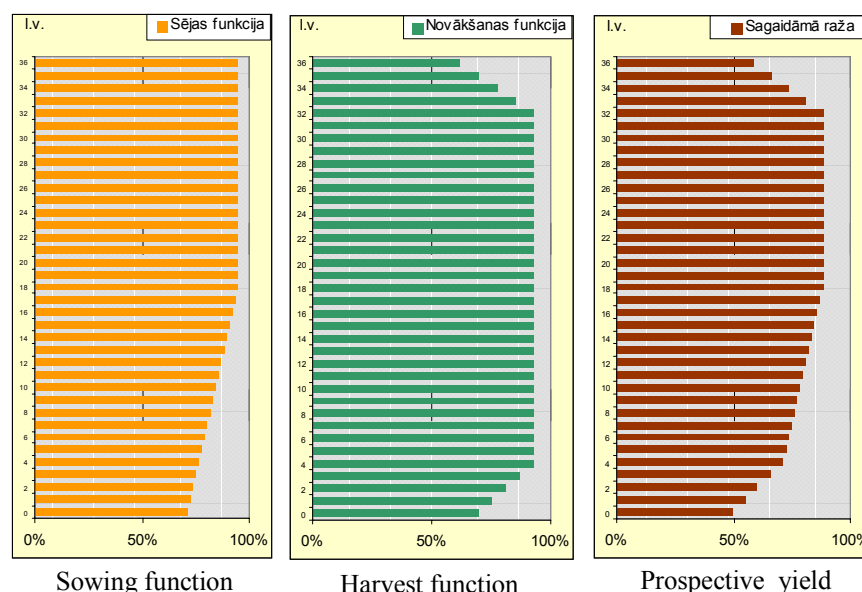
Pašreiz apskatīts agrofunkcijas vienkāršākais gadījums, kas paredz sagaidāmās ražas un peļņas atkarību tikai no pareizi izvēlēta lauksaimnieciskās operācijas sākuma, ilguma un maksimāli pareizi aprēķinātām izmaksām un ieņēmumiem. Lauksaimnieciskajā ražošanā ar uzņēmēju labo gribu



5. att. Sējas un novākšanas agrofunkciju trapeceveida aproksimācijas.
Fig. 5. A-line approximations of agrofunctions for sowing and harvesting.



6. att. Sagaidāmā raža, kuru iespējams iegūt, izmantojot vienu tehnikas vienību.
Fig. 6. Prospective yield, achievable by using one technical unit.



7. att. Sagaidāmā raža, kuru iespējams iegūt, izmantojot divas tehnikas vienības.
Fig. 7. Prospective yield, achievable by using two technical units.

vien nepietiek, jo produkcijas ražošana saistīta ar dažādiem riskiem, piemēram, ekoloģiskā atbildība, augsta atkarība no dabas apstākļiem, sociālajiem faktoriem, valdības lēmumiem (Matthews, Stephens, 2002). Lai prognozētā vērtība būtu ticama, modelī jāiekļauj arī citi būtiski faktori, kas var ietekmēt veiktās lauksaimnieciskās operācijas rezultātu.

Secinājumi

Agrofunkcijas metodoloģija ir viens no prognozēšanas instrumentiem, kas ļauj modelēt un novērtēt sagaidāmās ražas apjomu lauksaimniecības uzņēmumā. Aprēķinātās agrofunkcijas vērtības noteiktai lauksaimnieciskai operācijai ir tieši atkarīgas no lauksaimnieka pieredzes. Sagaidāmās ražas apjomu būtiski ietekmē lauksaimnieciskās operācijas (darbības) sākuma brīdis un izpildes ilgums.

Nosakot lauksaimnieciskās operācijas (darbības) sākuma momentu, pastāv risks, ka iepriekš noteiktie laika momenti t_1 , t_2 , t_3 un t_4 var mainīties no lauksaimnieka neatkarīgu faktoru (piemēram, laika apstākļi) dēļ. Līdz ar to izvēlēta stratēģija var nedot sagaidāmo rezultātu, tāpēc iespējamais risks jāievērtē modelī kā parametrs, kas nosaka agrofunkcijas vērtības. Turpmākie pētījumi tiks veltīti dažādu papildu faktoru ievērošanai agrofunkciju metodoloģijā (piemēram, prognozējamie laika apstākļi).

Literatūra

1. Edward, N. S. (1996) Evaluation of computer based laboratory simulation. *Comput. Educ.* 26, 125–130.
2. Kaktiņš, J., Arhipova, I. (2002) Riska vadīšanas teorētiskie pamati. *LLU Raksti*, Nr. 6 (301), 52–63.
3. Matthews, R., Stephens, W. (2002) *Crop–Soil*

Models: Application in Developing Countries. CAB International, Walingford, UK, 658 pp.

4. Merkurjev, Y. (1997) Application of interval approach in simulation of discrete-event systems. *Automatic Control and Computer Systems*, Vol. 31, No. 3, 29–36.

5. Pecherska, J., Merkurjev, Y. (2001) Monte Carlo simulation on spreadsheets. *Scientific Proceedings of Riga Technical University*, Series 5, Computer Science, Vol. 5, 150–156.

6. Бардаченко, В., Меркурьев, Ю., Соломенников, А. (2002) Экономические риски транспортной логистики. *Computer Modelling and New Technologies*, No. 1, Vol. 6, 100–108.

7. Цеддиесс, Ю., Райш, Э., Угоров, А. (2000) *Экономика сельскохозяйственных предприятий*. Москва, МСЧФ, 24–31.